

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-234190

(43)Date of publication of application : 05.09.1995

(51)Int.Cl.

G01N 21/88
 G01B 11/24
 G01J 3/46
 G01N 21/27
 G01N 33/20
 G06T 7/00
 // G06T 5/00
 H04N 1/60
 H04N 1/46
 H04N 7/18

(21)Application number : 06-027154

(22)Date of filing : 25.02.1994

(71)Applicant : NIRECO CORP

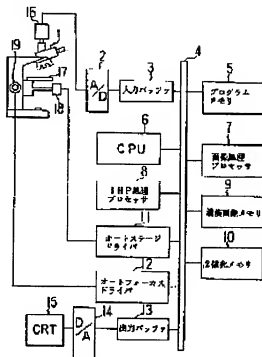
(72)Inventor : MASAGO MISA
 AIKAWA KATSUYASU

(54) METHOD FOR INSPECTING A NON-METAL INCLUSION BY COLOR IMAGE

(57)Abstract:

PURPOSE: To properly detect a non-metal inclusion by expressing each picture element constituting an image by color phase according to the shaded display of three primary colors and then identifying the non-metal inclusion expressed by the color phase in a specific range.

CONSTITUTION: After a target image from an image pick-up device 16 is stored 9 separately as the shaded data of red, green, and blue, it is converted to the display of brightness I, color phase H, saturation and chroma P by the IHP processing processor 8, color phase binary-coded image of a region with a color phase range of titanium compound created by the color phase H data and a region with the other color phases and a binary-coded image according to gray level created by the data of brightness I are added and then non-metal inclusions within the measurement range are successively classified according the length, width, distance between them, arrangement etc. Also, for the non-metal inclusions including titanium compound, they are judged to be titanium compounds and non-metal inclusions except titanium when the area ratio of the titanium compound contained in the mass is equal to or more than and equal to or less than approximately 15-30%, respectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.11.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2847665

[Date of registration]

06.11.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-234190

(43) 公開日 平成7年(1995)9月5日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/88	J	7172-2 J		
G 0 1 B 11/24	Z			
G 0 1 J 3/46				
			G 0 6 F 15/ 62	4 0 0
			15/ 70	3 1 0
		7459-5 L		
		審査請求 未請求 請求項の数 4	O L (全 7 頁)	最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-27154

(22) 出願日 平成6年(1994)2月25日

(71) 出願人 000135254

株式会社ニレコ

東京都八王子市石川町2951番地4

(72) 発明者 真砂 美佐

東京都八王子市石川町2951番地4 株式会
社ニレコ内

(72) 発明者 相川 勝保

東京都八王子市石川町2951番地4 株式会
社ニレコ内

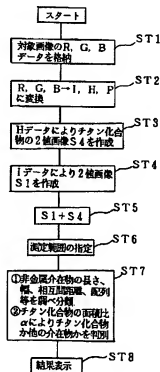
(74) 代理人 弁理士 奈良 繁

(54) 【発明の名称】 カラー画像による非金属介在物の検査方法

(57) 【要約】

【目的】 色相により非金属介在物を同定する。

【構成】 非金属介在物を撮像して赤、緑、青よりなる3原色の濃淡画像を得た後、画像を構成する各画素を3原色の濃淡表示より色相で表し、所定範囲の色相で表される非金属介在物をその範囲の色相に応じた物質を含むものと同定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非金属介在物を撮像して赤、緑、青よりなる3原色の濃淡画像を得た後、画像を構成する各画素を前記3原色の濃淡表示より色相で表し、所定範囲の色相で表される非金属介在物をその所定範囲の色相に応じた物質を含むものと同定することを特徴とするカラー画像による非金属介在物の検査方法。

【請求項2】 色相を環で表示したとき、赤を中心に左右約45°以内の色相を有する非金属介在物にはタンタ化合物が含まれていると同定することを特徴とする請求項1記載のカラー画像による非金属介在物の検査方法。

【請求項3】 非金属介在物を撮像して赤、緑、青よりなる3原色の濃淡画像を得た後、画像を構成する各画素を前記3原色の濃淡表示より色相で表し、所定範囲の色相で表される非金属介在物の領域を求め、一方濃淡度により2値化した領域を求め、この両領域が隣接又は重なる部分の面積Aに対する所定範囲の色相で表される面積A_iの比 α ($\alpha = A_i / A$) を求め、 α の大きさにより、所定範囲の色相に対応する物質が非金属介在物に含まれているかを同定するカラー画像による非金属介在物の検査方法。

【請求項4】 色相を環で表示したとき前記所定の色相の範囲が赤を中心に左右約45°以内であり、前記比 α が15ないし30%以上の時、その非金属介在物にはタンタ化合物が含まれていると同定することを特徴とする請求項3記載のカラー画像による非金属介在物の検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、非金属介在物の検出方法に係わり、特にグレーレベルの濃淡画像では識別の困難な介在物を色相で表示して識別するようにした非金属介在物の検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 鉄鋼の製造過程において混入する微小な非金属介在物は、その組成、大きさ、個数などにより鉄鋼の品質に大きな影響を及ぼす。特にワイヤでは非金属介在物の部分から劣化破断するおそれがある。最近一般の鉄鋼の品質が向上し、介在物が少なくなったがタンタ(Ti)の炭素化合物(タンタ化合物)の混入は比較的多く、しかもTi化合物は硬く、かつその周辺に他の非金属介在物が集まりやすいので重大な欠陥を生じやすい。このため工場からの出荷検査としてJIS(JIS-G-0555)およびASTM(ASTM-E45)で規定されている顕微鏡による非金属介在物の検査が行われる。この検査は、光学顕微鏡を用いて目視により行われるが、近年画像処理技術を用いた検査も行われている。画像処理技術を用いた検査方法として特開63-309844号公報にはJISの規定による検査方法が開示され、特開平2-52251号公報にはASTMの規定

による検査方法が開示されている。

【0003】 これらの方法は、非金属介在物を示す画像データをグレーレベルで多値化し、非金属介在物の濃度を測定した後、複数レベルのスレッシュホールドで弁別し、複数レベルのスレッシュホールドで2値化処理する。この2値画像で表された非金属介在物の長さ、幅、相互間の距離、配列等を調べ非金属介在物の分類を行う。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 タンタ化合物が非金属介在物として含まれている場合、顕微鏡で見ると薄いピンク色を主体とし、これの一部に異色部分が含まれた状態で検出される。この異色部分はTi化合物の周囲に集まった他の非金属介在物である。上述した画像解析により検査する場合、画像データをグレーレベルで多値化するためTi化合物を示す薄いピンク色の部分は検出されず、Ti化合物まわりの他の非金属介在物がTi化合物を含む他の非金属介在物として検出されていた。Ti化合物の介在物はこのように明るいうでで表され、かつ影度が小さいこと、および形状が小片であることから画像解析による自動計測で検出することが困難であった。

【0005】 本発明は上述の問題点に鑑みてなされたもので、Ti化合物のように明るいうでで表示され、かつ影度が小さく、グレーレベルの多値化画像処理によっても正しく検出できない非金属介在物を検出する色による非金属介在物の検査方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、非金属介在物を撮像して赤、緑、青よりなる3原色の濃淡画像を得た後、画像を構成する各画素を前記3原色の濃淡表示より色相で表し、所定範囲の色相で表される非金属介在物をその所定範囲の色相に応じた物質を含むものと同定する。

【0007】 また、色相を環で表示したとき、赤を中心に左右約45°以内の色相を有する非金属介在物にはタンタ化合物が含まれていると同定する。

【0008】 また、非金属介在物を撮像して赤、緑、青よりなる3原色の濃淡画像を得た後、画像を構成する各画素を前記3原色の濃淡表示より色相で表し、所定範囲の色相で表される非金属介在物の領域を求め、一方濃淡度により2値化した領域を求め、この両領域が隣接又は重なる部分の面積Aに対する所定範囲の色相で表される面積A_iの比 α ($\alpha = A_i / A$) を求め、 α の大きさにより、所定範囲の色相に対応する物質が非金属介在物に含まれているかを同定する。

【0009】 また、色相を環で表示したとき前記所定の色相の範囲が赤を中心に左右約45°以内であり、前記比 α が15ないし30%以上の時、その非金属介在物にはタンタ化合物が含まれていると同定する。

【0010】

【作用】画像をカラーで表示する場合、赤（R）、緑（G）、青（B）の3原色の濃度で分解して入力し、これを合成して再現することができる。一方色の表現方法として、明度（I）、色相（H）、飽和度又は彩度（P）で表す方法があり、3原色による表示から明度、色相、彩度を用いた表示に変換することができる。これは、色立体を考えた時、特定の指定はその内の1点を決定することであるので、1点を指定することは、色立体の上下方向の1ヶ所を指定することであり、目的とする色はこの場所で色立体を水平方向に輪切りにしたときの平面上に存在する。ここでHを指定することはこの平面を色立体の無彩色軸を原点とする直交座標と考えた時の基準軸からの角度を指定することになる。従って目的とする色はこの角度を表す線分上に存在する。更にPを指定することは色立体の無彩色軸を中心とする同心円の径を指定することであり、角度を表す線分上の1点を決定することになるからである。

【0011】従来のように画像をグレースケールで多値化した、複数レベルのスレッシュホールドで2値画像を得る場合、チタン化合物のように明るい色（グレースケールの大きなもの）は、地のグレースケールと近いので明確に表示できない上に、チタン化合物の特徴を示す色の要素を消去しているため識別することができない。これに対し、画像データを色相で表し、所定の色相を表す範囲とそれ以外の色相の範囲に分離した2値画像を得ることにより、その色相に該当する非金属介在物を明確に分離することができる。

【0012】チタン化合物は色相を環で表示したとき赤を中心に左右約45°以内の色相として表示されるので、この範囲の色相を有する非金属介在物にはチタン化合物が含まれると同等することができる。

【0013】非金属介在物は複数のものが1つの塊を構成している場合があり、チタン化合物などがあると、他の非金属介在物が集まりやすい。このような場合、その非金属介在物の塊について、所定の範囲の色相で表される非金属介在物の領域を求め、一方濃淡度により2値化した領域を求め、この両領域が隣接又は重なる部分の面積Aと所定の範囲の色相で表される面積A1との比 $\alpha = A1/A$ を求め、この比 α の大きさに基づいて所定の範囲の色相を表す非金属介在物が、この非金属介在物のかたまりの中に含まれていると同等する。これにより、色相と、その色相を有する画像の面積の両方からその色相の範囲を表す非金属介在物を同等することになり、同等精度が向上する。

【0014】非金属介在物がチタン化合物の場合、色相の範囲が色相を環で表示したとき赤を中心に左右約45°以内で比 α が15ないし30%以上のときその非金属介在物にはチタン化合物が含まれると同等する。なお、上述の説明ではチタン化合物の色相表示を環で表示したが、他の方法、例えば円を256個に分割し、0より2

55で表示することもできる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は本実施例を実現する装置の構成を示すブロック図である。顕微鏡1には接眼レンズ部に撮像用レンズを取り付け、この撮像レンズを通して撮像する撮像装置16が取り付けられている。測定試料を載せるステージ17はオートステージドライバ11からの信号によりスタンドに設けたバルスモータで前後左右に移動させる平面移動機構18により平面位置調整が行われ、オートフォーカスドライバ12により垂直移動機構19を作動させてステージ17の上下方向の移動を行う。

【0016】A/D変換器2は撮像装置16からの入力データをアナログからデジタルに変換し、入力バッファ3はこのデジタルデータを一時的に格納する。バス4は信号の伝達を行い、プログラムメモリ5は本装置の動作を規定するプログラムを格納し、CPU6はこのプログラムに従い装置全体の制御を行う。

【0017】画像処理プロセッサ7は入力した画像データの濃淡処理、2値化処理、画像解析等を行い、濃淡画像メモリ9は濃淡画像データを格納し、2値化メモリ10は2値画像データを格納する。1HP処理プロセッサ8はR、G、Bの濃度として入力された画像データを明度（I）、色相（H）、彩度（P）に変換し、画像処理を行う。オートステージドライバ11はCPU6からの指示により測定試料を載せるステージ17を平面移動機構18を制御してX、Y方向に移動させ、測定試料の測定位置、領域の設定を行う。オートフォーカスドライバ12はCPU6から垂直移動機構19への制御命令を受け、垂直移動機構19を制御する。出力バッファ13は出力するデータを一旦格納し、D/A変換器14はこの出力データをデジタルよりアナログに変換し、CRT15はこの出力データを画面に表示する。

【0018】R、G、BのデータよりI、H、Pのデータに変換する技術は公知されており、例えば本出願人の特公平5-14944号に開示されている。本実施例で用いるI、Hへの変換について簡単に説明する。R、G、BのデータよりIに変換するのは、各R、G、Bのデータに適切な係数を乗じた後、総和をとることで行われる。適切な係数とは、人間の視感度と装置の各R、G、B毎の再現レベルの相違などから決定される。

【0019】次にR、G、BのデータよりHに変換する方法を説明する。良く知られているように色相を平面上に表現すると、1つの環を形成する。そこでこの環を直交座標上に置くと、全ての色相は直交座標上において、基準軸、例えばX軸からの角度として表現できる。この様子を図2に示す。この色相環の例からわかるように、R、G、Bなる3次元データをもって表現された特定の色相は角度という1次元データで表現できる。そこでR、G、Bのデータの最小値をゼロ、最大値を正規化さ

れた値に統一して考えると、R、G、Bを用いて表現し得る色相は図3に示す赤(R)、黄(Y)、緑(G)、シアン(C)、青(B)、マゼンタ(M)を頂点とする六角形(これはR、G、Bの濃度データをベクトルと考えたときの合成ベクトルが描く六角形の例を示す)の内側にあり、その位置は基準軸からの角度で示される。つまり、R、G、Bの濃度データをベクトルと考えて任意の角度(例えば等間隔)をもって平面上に置いた時、色相はそれらの合成ベクトルが示す任意の基準位置からの角度として表現される。

【0020】基準軸を横軸(図2、図3のAX)にとり、RベクトルをAXと一致させ、Gベクトル、Bベクトルをそれぞれ等間隔に配置するようにした場合、R、G、BよりHへの変換器は図4のように構成することができる。図4において係数器群のGXはGベクトルの水平成分、GYは同垂直成分、BXはBベクトルの水平成分、BYは同垂直成分、RXはRベクトルの水平成分であり、Rベクトルには垂直成分はない。これらの各成分は加算器20、21によって合成されて合成ベクトルの水平成分CXおよび垂直成分CYが作成される。CX、CYは逆正弦演算器22を経て合成ベクトルの角度に変換されこの角度が色相を表す。

【0021】図5はチタン化合物の色相を調て表した図である。色相環で赤を中心として左右約45°の範囲の色相はチタン化合物を表している。そこで赤を中心として±45°の範囲の色相を有する非金属介在物はチタン化合物と同等する。図5では色相を0〜255の数値で表示し、Rを0としG、BとまわってRの直前の色相を255としている。

rl : チタン化合物と判定する色相の下限値

ru : チタン化合物と判定する色相の上限値

X : 介在物の画素の色相

とすると、 $rl \leq X$ かつ $rl \leq X$ のとき介在物をチタン化合物と同等する。なお、次式により rl 、 ru を角度に変換できる。

$$\theta_l = rl \cdot 3.60 / 256 \quad \dots (1)$$

$$\theta_u = ru \cdot 3.60 / 256 \quad \dots (2)$$

Rの右45°は $\theta_l = 45^\circ$ となり、左45°は $\theta_u = 315^\circ$ となる。 $\theta_l = 45^\circ$ のとき rl は(1)式から $rl = 32$ 、 $\theta_u = 315^\circ$ のとき ru は(2)式から $ru = 224$ となる。

【0022】図5で説明した色相環の場合、Rが始点(0)で、Rの直前が終点(255)となっている。このように最小値から最大値へ至った後、再び最小値へ連続する循環の場合、下限値と上限値で示す範囲にこの最小値と最大値を含む場合が図5で示すように生じるが、この範囲内にデータが入っているか否かの判定は本出願人による実公5-12822号に開示された同公報第1図の回路を用いることにより容易にできる。

【0023】図6は1つの非金属介在物の塊にチタン化

化合物と他の介在物が混入している場合、チタン化合物の含まれる比によって、チタン化合物介在物か、他の介在物かを判定する方法を説明する図である。Aiはチタン化合物の面積を示し、Ajは他の介在物の面積を示す。

Aijはチタン化合物と他の介在物が重なっている面積を示す。AはAi、Aij、Ajの合計面積を示す。各塊にチタン化合物が含まれる比 α を計算し、その比 α によってその塊をチタン化合物か他の非金属介在物かを判定する。比 α はチタン化合物の面積Aiを塊の全面積Aで除した値、 $\alpha = Ai / A$ として得られる。この比が15%ないし30%以上のとき、この非金属介在物の塊をチタン化合物と同等する。(a)〜(c)はチタン化合物と同等され、(d)、(e)はチタン化合物以外の介在物と同等される。 α を15%〜30%のどの値にするかは、例えば、試料が代表している製品においてチタン化合物が及ぼす影響を考慮して決められる。製品がワイヤの場合、チタン化合物の存在はワイヤ破断につながるもので15%を採用し、一般の鋼板などの場合は30%を採用するなどしている。

【0024】次に画像解析による自動計測で非金属介在物の検査を行う手順を図7に示す画像解析フロー図で説明する。まず、撮像装置15よりの対象画像をR、G、Bの濃淡データとして別々に濃淡画像メモリ9に格納した後(ST1)、IHP処理プロセッサ8によって、I、H、P表示に変換した後(ST2)、色相Hデータによりチタン化合物の色相範囲を有する領域とそれ以外の色相を有する領域とに色相2値画像S4を作成する(ST3)。次に明度Iデータによりグレーレベルによる2値画像S1を作成し(ST4)、グレーレベルの2値画像S1と色相2値画像S4を加算した像を求める(ST5)。加算した画像について、測定範囲を指定した後(ST6)、範囲内の非金属介在物について、長さ、幅、相互間の距離、配列等により順次分類してゆく。また、チタン化合物を含む非金属介在物については図6で説明した方法により非金属介在物のかたまりに含まれるチタン化合物の面積比 α を算出し、比 α が15%ないし30%以上の時チタン化合物とし、15%ないし30%未満の時はチタン化合物以外の非金属介在物として判別する(ST7)。このようにしてJISまたはASTMの規格による検査に色相によるチタン化合物検出の結果を加えて、表示する(ST8)。

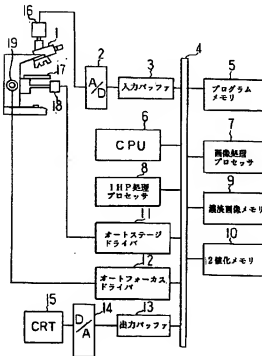
【0025】上述の実施例では色相を用いてチタン化合物の非金属介在物を検出する方法について説明したが、ニオブNb化合物も特有の色相を有しているので、チタン化合物の場合と同様に色相の2値画像を作成し、この色相の2値画像と明度Iデータによるグレーレベルの2値画像を加算画像を作成する。この加算画像のかたまりについてニオブ化合物の含まれる比 α を算出し、この比 α の大きさによりこの非金属介在物がニオブ化合物か、他の非金属介在物かの分類をすることができる。

【0026】また、赤を 0° とし時計回りに色相環で $45^\circ \sim 72^\circ$ の色相を表す橙黄色の化合物がある。この場合、色相環を256に分けて表示すると図5に示す r の値が36～51となる。また、別の例として赤を 0° とし時計回りに色相環の 210° 付近(r で150前後)の色相を表す緑色の化合物もある。これらの化合物もチタン化合物と同様の方法で同定することができる。なお、色相を定める限界角の範囲は、例えば、チタン化合物の場合、赤を 0° として左右に 45° の範囲は、チタン化合物のように彩度が小さい時広くなり、彩度が大きい時(明瞭な色の時)は狭い範囲となる。

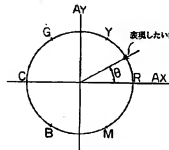
【0027】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明は色相を用いて非金属介在物を表示することにより、グレーレベルを用いた2値画像からでは同定することのできないチタン化合物などの物質も検出することができる。さらに複数の非金属介在物が集まって1つの塊となっている場合でも特定の色相によって表されるその塊について面積の全体面積に対する比を求め、この比の大きさによりその色相に該当するチタン化合物などの物質を同定することができる。

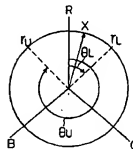
【図1】



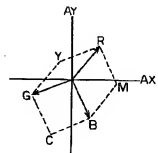
【図2】



【図5】



【図3】



【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を実現する装置のブロック図である。

【図2】色相環において表現する色を角度で表す状態を示す説明図である。

【図3】R、G、Bを各色の濃度を表すベクトルとした場合、合成ベクトルが描く6角形を説明する図である。

【図4】R、G、BよりHへの変換器の回路図である。

【図5】チタンの色相を色相環で示した図である。

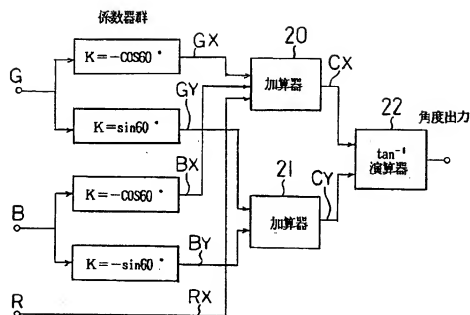
【図6】1つの非金属介在物の塊の中に複数の介在物が混入していたとき、チタン化合物の介在物であるかを判定する場合の説明図である。

【図7】画像解析によって非金属介在物を検査するフロー図である。

【符号の説明】

- 6 CPU
- 7 画像処理プロセッサ
- 8 IHP処理プロセッサ
- 9 濃淡画像メモリ
- 10 2値化メモリ
- 15 撮像装置

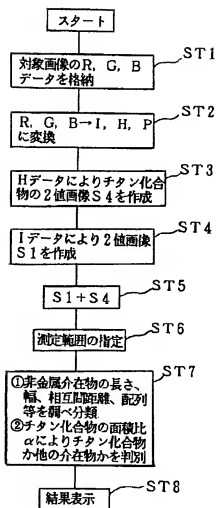
【圖 4】



【圖 6】

- (a) $A_i / A - I > \pi$
- (b) $A_i / A > \pi$
 $A = A_i + A_j$
- (c) $A_i / A > \pi$
 $A = A_i + A_j + A_j$
- (d) $A_i / A < \pi$
 $A = A_i + A_j$
- (e) $A_i / A - \theta < \pi$
 $A = A_j$

【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

G 0 1 N 21/27
33/20
G 0 6 T 7/00
// G 0 6 T 5/00
H 0 4 N 1/60
1/46
7/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A
J 7055-2 J

B

G 0 6 F 15/68
H 0 4 N 1/40
1/46

3 1 0 A
D
Z